UNIVERSITÉ DE STRASBOURG - FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1930-1931 N° 58

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

VÉGÉTATION ET DES PLANTES HALOPHILES

DE L'EMBOUCHURE DU BOU REGREG (Maroc)

THÈSE

présentée et soutenue publiquement en Avril 1931
à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg
pour obtenir le grade de Docteur de l'Université
(MENTION PHARMACIE)

PAR

HUGUES DELMAS
Pharmacien

Examinateurs de la Thèse :

MM. JADIN, Professeur-Doyen, *Président.*
LAVIALLE, Professeur } *Juges.*
LOBSTEIN, Professeur }

TOULOUSE
IMPRIMERIE DU SUD-OUEST
6, rue Sainte-Ursule et rue Tripière, 1

1931

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA VÉGÉTATION ET DES PLANTES HALOPHILES
DE L'EMBOUCHURE DU BOU REGREG (MAROC)

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG - FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1930-1931 N° 58

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

VÉGÉTATION ET DES PLANTES HALOPHILES

DE L'EMBOUCHURE DU BOU REGREG (Maroc)

THÈSE

présentée et soutenue publiquement en Avril 1931
à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg
pour obtenir le grade de Docteur de l'Université
(MENTION PHARMACIE)

PAR

HUGUES DELMAS
Pharmacien

Examinateurs de la Thèse :

MM. JADIN, Professeur-Doyen, *Président.*
LAVIALLE, Professeur } *Juges.*
LOBSTEIN, Professeur }

TOULOUSE
IMPRIMERIE DU SUD-OUEST
6, rue Sainte-Ursule et rue Tripière, 1

1931

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTÉ DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

MM. JADIN, *Doyen*, ✻, ⁂ I, ❁.
A. SARTORY, *Assesseur*, C ✻, ⁂ I, O ❁.
CUVIER, *Secrétaire*.

PROFESSEURS

JADIN, O ✻, ⁂ I, ❁	Pharmacie chimique.
A. SARTORY, C ✻, ⁂ I, O ❁	Bactériologie.
LAVIALLE, ✻, ⁂ I, ❁	Botanique.
LABORDE, ✻, ⁂ I	Chimie organique.
VOLMAR, ⁂ I	Analyse chimique.
LOBSTEIN, ✻, ⁂, ⁂ I ...	Matière médicale.

CHARGÉ DE COURS

M. GUILLAUME, ✻, ⁂, ⁂ ... Pharmacie galénique.

PROFESSEUR HONORAIRE

M. BRÆMER, ✻, ⁂ I, O ❁ ...

COURS COMPLÉMENTAIRES

MM. LABORDE, ⁂ I	Chimie biologique.
GUILLAUME, ✻, ⁂, ⁂ ...	Zoologie.
VOLMAR, ⁂ I	Chimie minérale.
LOBSTEIN, ✻, ⁂, ⁂ I	Hydrologie et Hygiène.
BRÆMER, ✻, ⁂ I, O ❁ ...	Législation et Déontologie.
LAPP, ⁂	Physique.
COLLARD, ⁂, ⁂	Toxicologie.
A. SARTORY	Cryptogamie.

CHEFS DE TRAVAUX PRATIQUES

MM. LAPP, ⁂	Chimie pharmaceutique.
COLLARD, ⁂, ⁂	Chimie et Physique.
BOHN, ⁂, ⁂	Histoire naturelle.
R. SARTORY	Bactériologie et Parasitologie

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

A M. Louis EMBERGER

DE L'INSTITUT SCIENTIFIQUE CHÉRIFIEN

ANCIEN CHARGÉ DES FONCTIONS D'AGRÉGÉ

PRÈS LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE MONTPELLIER

A MES CHERS PARENTS

A TOUTE MA FAMILLE

A TOUS MES AMIS

A tous ceux dont le dévouement a contribué au succès de mes études

---

A MON JURY DE THÈSE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION ET DES PLANTES HALOPHILES DE L'EMBOUCHURE DU BOU REGREG (MAROC)

I. — INTRODUCTION

L'Oued Bou Regreg qui se jette à la mer entre Rabat et Salé, prend naissance dans les montagnes du pays d'Oulmès. Avant de gagner l'Océan Atlantique, ce fleuve traverse une région argileuse, proie facile à l'érosion, cause du profil très calme, qui caractérise son cours inférieur.

La faible pente dans laquelle coule le Bou Regreg favorise l'influence des « phénomènes propres à la zone littorale, au premier rang desquels figure la marée » (1). Pendant les heures de hautes mers, l'eau marine remonte loin et gonfle le cours d'eau, qui envahit alors souvent la large vallée alluviale plate. C'est dans ces parties facilement inondables que les indigènes ont creusé canaux et bassins pour retirer

(1) J. Célérier et A. Charton. L'évolution du réseau hydrographique dans la zone littorale du Maroc central. *Rev. de Géogr. Maroc.*, 1926.

le sel. L'influence de la mer est d'autant plus puissante que le débit du Bou Regreg est plus faible. En été, période de sécheresse méditerranéenne, l'eau qui remplit le cours inférieur du fleuve est presque de l'eau de mer pure.

On comprend que dans ces conditions, la teneur en chlorures des eaux et des terres que celles-ci baignent, varie avec les saisons, l'importance des marées et celle des précipitations. La vie végétale doit être adaptée à ces changements brusques de concentration saline. Nous avons essayé de donner un petit aperçu sur ces conditions de vie des plantes, qui peuplent ces rivages de l'embouchure du Bou-Regreg ; mais au cours de nos études, nous nous sommes rendu compte, que nous posions beaucoup plus de problèmes que nous n'avons pu en résoudre. Aussi la seule ambition de notre petit mémoire est-elle de poser les premiers jalons des recherches dans ce domaine.

La végétation des marais de l'embouchure du Bou Regreg a été étudiée, en 1924, par MM. L. Emberger et P. Régnier, qui y ont reconnu six principaux groupements végétaux, ou associations, définis floristiquement et paraissant en rapport avec la teneur du sol en sel. Ce sont :

1° L'association à *Fucus vesiculosus* (1) ;

2° L'association à *Cladophora sp.* ;

(1) Ce Fucus est ici représenté par une remarquable forme biologique vasicole cf. Mangenot, Faits concernant la biologie de *Fucus vesiculosus*, *C. R. Soc. biol.*, 1927.

3° L'association *Spartina stricta ;*

4° L'association *Salicornia sarmentosa et Obione portulacoides ;*

5° L'association *Limoniastrum monopetalum et Salicornia fruticosa ;*

6° L'association *Suaeda fruticosa.*

Ces différentes associations forment des *zones* ou des *ceintures* bordant le cours d'eau à des distances variables. *Spartina stricta* est la Phanérogame qui s'avance le plus sur le bord de l'eau. *Suaeda fruticosa*, par contre, est la plante qui précède immédiatement l'apparition des groupements non halophiles.

Cette zonation si curieuse est-elle due au sel ? On peut le supposer, mais il faut encore le démontrer. L'un de nos buts est de répondre à cette question. On verra que le sel n'est pas le facteur exclusif de la répartition des plantes et de leurs associations. Notre étude contribue aussi à faire connaître l'écologie des plantes halophiles.

Ces recherches nous ont également amené à analyser chimiquement les principales espèces végétales qui peuplent les marais salants du Bou Regreg. Ces analyses présentent un intérêt double : elles nous donnent des indications sur les rapports chimiques entre les plantes et le milieu qu'elles habitent et nous documentent sur la valeur alimentaire de ces végétaux, qu'on a tenté, à plusieurs reprises, d'introduire sur les marchés.

Nos études ont pu être entreprises et menées à bien grâce à des concours bienveillants.

Nous devons le sujet de notre thèse à M. Louis Emberger. Pendant toute la durée de nos études, M. Emberger n'a ménagé ni son temps, ni ses conseils, ni les bénéfices de son expérience en matière de botanique marocaine. Nous sommes heureux de dire ici combien nous avons été touché par sa sollicitude constante, son dévouement, sans lesquels il nous eût été difficile d'entreprendre des recherches auxquelles nous étions peu préparé.

Nous remercions aussi M. le médecin-colonel Epaulard et M. le médecin lieutenant-colonel Hornus, successivement médecins-chefs de l'hôpital Marie Feuillet, pour toutes les facilités qu'ils ont bien voulu nous accorder durant notre séjour à Rabat, comme pharmacien sous-lieutenant et MM. Roger Estival et Briate, qui ont été les auxiliaires les plus dévoués pour la récolte des échantillons.

Que MM. Jadin, Lavialle et Lobstein, me permettent de dire que je suis très sensible à l'honneur qu'ils me font de vouloir bien accepter d'examiner cette thèse par laquelle je termine mes études pharmaceutiques.

II. — MÉTHODES D'ANALYSES CHIMIQUES EMPLOYÉES

Les méthodes suivantes, employées pour le dosage des divers éléments des plantes, terres et eaux, sont celles qui nous ont donné les résultats les plus constants.

A). — Méthodes employées pour l'analyse des plantes

Matières minérales. — La plante a été séchée a l'étuve à 100 degrés, puis incinérée directement (1) sur une petite lampe à vapeur de pétrole. Ainsi il s'est certainement produit de légères pertes par volatilisation des chlorures. Mais il nous a paru préférable d'opérer ainsi, car de cette façon, les pertes nous ont semblé moins importantes que celles dues a la décrépitation des trémies de chlorure de sodium.

Nous avons toujours opéré de cette même manière et tous nos dosages de chlorure sont comparables.

(1) Nous avons renoncé à carboniser les plantes et à reprendre le charbon par l'eau pour isoler les chlorures, afin d'éviter ensuite la formation de trémies et les décrépitations.

Chlorures. — Les cendres obtenues, comme il vient d'être indiqué, ont été reprises par l'eau chaude et sur la solution on a dosé les chlorures :

1) *Par la méthode de Mohr.* — Dans la liqueur contenant les chlorures, on a ajouté quelques gouttes d'une solution saturée de chromate de potasse et, goutte à goutte, de l'azotate d'argent N/10 jusqu'à formation d'un précipité rouge persistant de chromate d'argent.

2) *Par la méthode de Charpentier-Volhard.* — La solution des chlorures a été mise dans un vase, avec de l'azotate d'argent N/10 en excès connu et une solution saturée, à froid, d'alun de fer et d'ammoniaque. On a ajouté, goutte à goutte, de l'acide azotique jusqu'à ce que la teinte propre de l'alun de fer ait disparu. Cela fait, on a ajouté de l'eau distillée, puis, goutte à goutte, à l'aide d'une burette, de la solution de sulfocyanate d'ammoniaque N/10 jusqu'à ce que le liquide ait atteint une teinte rougeâtre, faible, mais persistante.

Matières protéiques. — Dans un matras, à fond rond et à long col, on a introduit la plante séchée à 100° et pulvérisée, de l'acide sulfurique et du mercure. On a chauffé à feu doux. La masse a noirci.

La vapeur d'eau s'est dégagée. Quand il n'y a plus eu de dégagement de vapeur d'eau, on a placé sur l'ouverture du matras un petit entonnoir à douille taillée en biseau. On a maintenu une ébullition tranquille et continue jusqu'à décoloration complète.

Puis on a laissé froidir le ballon. Après refroidissement, on a ajouté de l'eau tiède. On a agité jusqu'à obtention d'un liquide homogène. Ensuite, le matras étant plongé et maintenu dans l'eau très froide, on a versé de la lessive de soude, exempte de carbonate, jusqu'à réaction franchement alcaline. On a ajouté alors du monosulfure de sodium et de la grenaille de zinc fine. On a distillé dans l'appareil de Schlœsing.

Le distillat a été récueilli dans une solution de $So^4 H^2$ N/10, dont l'excès d'acidité a été dosé par une solution de NaOH N/10, en présence de phtaléine.

Cellulose brute. — La plante a été portée à ébullition dans l'eau acidulée par HCl. Après lavage à l'eau, elle a été traitée par une solution aqueuse de potasse à ébullition, puis par l'eau, l'alcool, l'éther. Le résidu a été desséché et pesé.

Amidon. — La plante desséchée a été pulvérisée, traitée par l'eau bouillante, acidulée par l'acide acétique. Le filtrat a été concentré et précipité par l'alcool. Le précipité obtenu a été desséché et pesé. La liqueur, séparée du précipité a servi au dosage des sucres réducteurs.

Sucres réducteurs. — Le filtrat précédent a été chauffé, pour en chasser l'alcool et mis à bouillir avec un peu d'acide sulfurique. La liqueur obtenue a été déféquée au sous-acétate de plomb. Enfin, le dosage des sucres réducteurs a été fait par la mé-

thode au permanganate de potassium de Bertrand (1).

Nous avons fait bouillir un volume connu de la solution sucrée avec un excès de liqueur de Fehling.

L'oxyde cuivreux, précipité, a été recueilli, lavé et dissous dans une solution acide de sulfate ferrique. L'oxydule se dissout à l'état de sulfate de cuivre ordinaire, tandis qu'une portion correspondante de sel ferrique passe à l'état de sel ferreux. On a dosé ce dernier avec une solution de $MnO^4 K$.

Matières grasses. — La plante séchée a été épuisée par l'éther. L'éther a été évaporé, et le résidu pesé après dessication à l'étude à 100°.

Tannin. — Nous avons employé le procédé Ferdinand Jean pour le dosage du tannin dans les pétales de roses officinales (2).

« On dessèche à l'étuve 2 gr. de pétales de roses et on détermine le poids résiduel p. On pulvérise et on pèse 0 gr. 10 de poudre qu'on fait bouillir avec 75 à 80 cm^3 d'eau pendant un quart d'heure. On complète après refroidissement, ce volume à 100 cm^3. On filtre, on met dans une capsule de porcelaine 10 cm^3 du filtrat, 2 cm^3 d'une solution de $Co^3 Na^2$ (à 25 gr. de sel cristallisé pour 100 cm^3 d'eau) et on ajoute, goutte à goutte, mais rapidement de l'iode N/10 au tiers. jusqu'à ce qu'une goutte du mélange, portée sur un papier amidonné, donne une tache bleue. Le nombre

(1) Gab. Bertrand et P. Thomas. Guide pour les manipulations de Chimie Biologique, p. 85 et suivantes. Paris, 1919.

(2) Dénigès. Précis de Chimie analytique, p. 609.

de cm³ de liqueur d'iode employé, diminué de 0,1, soit (a — 0,1), correspond à un nombre égal de milligrammes de tannin dans la prise d'essai. Le poids x de tannin pour 100 gr de pétales, en nature, sera :

$$x = \frac{2\,(a - 0{,}1)\ \text{gr.}}{p}$$

B). — Méthodes employées pour l'analyse des terres

Les terres ont été prélevées et rapportées le plus rapidement possible au laboratoire, en vase clos.

Chlorures. — La terre a été broyée au mortier et mise à bouillir dans l'eau renouvelée plusieurs fois. Les liqueurs de décantation ont été filtrées, les chlorures ont été dosés par la méthode de Mohr et par la méthode de Charpentier-Volhard.

Matières protéiques. — Même méthode que pour les plantes.

Humus, argile, sable gros et fin (1). — La terre a été délayée et lavée à l'eau, dans une capsule à fond plat, jusqu'à ce que les eaux de lavage soient limpides. La portion restée dans la capsule contient le gros sable. Ce dernier a été desséché à 100°, jusqu'à poids constant et pesé.

La partie décantée a été traitée par NO^3H ; on a laissé en contact quelque temps pour permettre au

(1) Dénigès. Précis de Chimie analytique, p. 741 à 744.

calcaire de bien se dissoudre, puis on a filtré sur un filtre plat et on a lavé. Le résidu insoluble restant sur le filtre, contient le sable fin, l'humus et l'argile. Pour séparer ces trois éléments : le précipité recueilli sur le filtre a été délayé dans environ 200 cm^3 d'eau, traité par l'ammoniaque, laissé un moment en repos, puis le volume ayant été complété à un litre, on a agité fortement de manière à mettre toute la matière en suspension et on a laissé reposer 24 heures. On a alors décanté le liquide trouble surnageant ; sur le résidu on a versé de l'ammoniaque et un litre d'eau. On a agité pour mettre en suspension et on a laissé à nouveau en repos pendant 24 heures.

Après avoir décanté comme précédemment, ce liquide trouble a été ajouté au premier et comme les terres envisagées sont en général argileuses, il a fallu faire 4 ou 5 décantations successives.

Ce liquide de décantation a été traité par NO^3H, jusqu'à réaction fortement acide : l'argile et la matière humique se précipitent ensemble. On les a recueillies sur un filtre plat ; après lavage, ce précipité a été séparé du filtre, séché à l'étuve à 100° et pesé. Ainsi on a le poids du mélange matière humique et argile. On a alors incinéré au four à moufle pour détruire la matière humique et pesé à nouveau, ce qui a donné le poids de la partie humique et par différence le poids de la partie minérale.

C). — Méthodes employées pour l'analyse des eaux

Le dosage des chlorures a été pratiqué sur les eaux par la méthode de Mohr et par la méthode de Charpentier-Volhard.

Expression des résultats

Pour l'eau du fleuve, des canaux et des mares intermittentes, les résultats ont été indiqués pour 1.000 grammes.

Pour les eaux des terres, les résultats ont été indiqués pour 1.000 gr. de terre fraîche humide, telle qu'elle a été prélevée.

Pour les plantes, les résultats sont rapportés à 1.000 gr. de plante verte.

Pour les chlorures, les résultats sont exprimés en NaCl.

Pour les matières protéiques, les résultats sont donnés en N, NH^3 et matières protéiques.

III. — RECHERCHES PERSONNELLES

Plan

A) *Les eaux.*

B) *Les terres* :

1° Les vases nues et les vases à *Fucus et Cladophora ;*

2° Le sol de l'association à *Spartina stricta ;*

3° Le sol de l'association à *Salicornia sarmentosa et Obione portulacoides.*

4° Le sol de l'association à *Limoniastrum monopetalum ;*

5° Le sol de l'association à *Suaeda fruticosa*

6° Quelques cas particuliers : sol, sous *Suaeda maritima, Statice ovalifolia,* etc...

C) *Analyse des principales espèces halophiles de l'embouchure du Bou Regreg :*

1° *Spartina stricta ;*

2° *Salicornia sarmentosa ;*

3° *Salicornia fruticosa ;*

4° *Arthrocnemon macrostachium ;*

5° *Obione portulacoides ;*

6° *Suaeda fruticosa ;*

7° *Suaeda maritima ;*

8° *Limoniastrum monopetalum ;*

9° *Statice ovalifolia ;*

10° *Frankenia laevis.*

D) *Conclusions.*

L'exposé de nos recherches sera fait par stations numérotées, dont on trouvera la situation exacte sur la carte ci-dessous, page 21.

A. — LES EAUX

Trois cas sont à considérer :

1° L'eau du Bou Regreg ;

2° L'eau des canaux reliant les marais salants au fleuve ;

3° L'eau des petites mares intermittentes sans écoulement.

La concentration saline et la circulation des sels dans ces trois sortes de stations sont différentes.

1° *L'eau du Bou Regreg.* — Le sel de l'eau du Bou Regreg provient des marées qui se font sentir très loin de la côte. Le profil très plat, le débit relativement faible, surtout en été, favorisent l'entrée de l'eau de mer. A marée haute, le Bou Regreg est salé sur une quinzaine de kilomètres.

La teneur en sels diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'embouchure, mais elle varie beaucoup d'une marée à l'autre, en raison de la puissance des mouvements de la mer et du débit du fleuve, de

la violence du courant. Le Bou Regreg est moins salé en hiver qu'en été.

Le 16 juillet, nous avons dosé dans l'eau du Bou Regreg, *à marée haute*, les quantités suivantes (exprimées en NaCl) :

Station	I (1)	34,51 gr. 0/00
»	II	34,22 »
»	III	34,51 »
»	VI	33,63 »
»	XI	30,42 »
»	entre XI et XII	28,95 »
»	XII	25,44 »
»	XIV	21,93 »
»	XVI	21,06 »
»	XVIII	19,89 »
»	XIX	17,55 »
»	XXI	13,45 »
»	XXII	11,70 »

On remarque qu'à marée haute, à l'embouchure, l'eau du Bou Regreg a la concentration saline de l'eau de mer, qui renferme, comme on sait, une moyenne de 34 gr. de sels par litre. L'eau de mer se substitue, ici, entièrement à l'eau douce. Les quantités de sels restent élevées sur un long parcours.

Ces analyses ont été faites en juillet, c'est-à-dire, au début de la saison sèche. Les résultats obtenus au

(1) Les numéros des stations se rapportent à la carte de la page 21.

SALÉ
25
Fort Hervé
ABAT
34
Camp Garnier
Camp Rigo
Phare
Fme Laurzet
La Jacma (Fme)
Fme Franco
Fme Gorin
Fme Jetard
Fme Guglielmi
Fme St Paul
Fme Michaud
Fme Plat
La Jeanmette
Fme Beaulieu
Fme Tarranto
Fme Branchy
Fme Coriat
Fme Curiat
Fme Cronzeau
Oudaja
Bled el Tekker
Bled Dra
Bou Regreg
Bir Tazem
Bir Bezra
Argoub el Haid
Rouge
Roulé
Abou
Ain Aouda
Ain Ouda
Ain Ouda
Ain

printemps (mars), pendant la période humide, accusent une diminution très nette de la salure. Le 24 mars, l'eau du Bou Regreg renfermait en I : 32,93 gr. 0/00 de sels et en II : 31,88 gr. 0/00, contre : 34,51 gr. et 34,22 gr. Cet abaissement de la salure paraît peu important, mais quand on songe à la puissance des marées, il est possible de se faire une idée de l'importance de la masse d'eau douce nécessaire pour diminuer la concentration saline.

A marée basse, les sels sont naturellement moins abondants. Le 18 juillet nous avons noté les quantités suivantes :

Station	I	28,66 gr. 0/00
»	II	26,49 »
»	III	25,74 »
»	VI	25,44 »
»	XI	22,81 »
»	entre XI et XII	20,47 »
»	XII	17,43 »
»	XIV	16,26 »
»	XVI	14,39 »
»	XVIII.	13,45 »
»	XIX	11,99 »
»	XXI	10,99 »
»	XXII	10,53 »

La diminution des sels est beaucoup plus importante au cours des marées basses, pendant la saison humide. En mars, nous avons dosé en I : 12,88 gr.

de sels seulement, tandis qu'en juillet l'eau de la même station contenaiit : 28,66 gr.

Ces résultats mettent en évidence la variabilité saisonnière de la salinité de l'eau du Bou Regreg. A cette variabilité s'ajoute celle qui peut se produire d'un jour à l'autre, surtout pendant la saison humide (1). Une pluie abondante, tombant sur le bassin récepteur du fleuve, suffit pour abaisser le taux du sel. Nous avons dosé un jour, en XII, à marée basse. 15,56 gr. de chlorures. Quelques jours plus tard, un prélèvement fait en amont, en XV, accusait 18,54 gr.

Enfin, nous avons remarqué que les chlorures sont répartis inégalement dans le fleuve. Les courants locaux ont une influence sur le brassage des eaux douces et marines et, par conséquent, aussi sur la concentration. Nous avons pu noter des différences, parfois sensibles, entre les quantités de sels des eaux du bord et du milieu du fleuve.

Exemples :

	Eau du		
En I, à marée haute	bord	NaCl = 32,93 gr.	0/00
»	milieu	» 34,51	»
En II, à marée basse	bord	» 21,42	»
»	milieu	» 26,49	»
En I, à marée basse	bord	» 12,28	»
»	milieu	» 28,66	»
En XVII, marée haute	bord	» 17,90	»
»	milieu	» 19,89	»

(1) Pendant la période sèche la composition est sensiblement constante, le débit du fleuve étant très faible.

Il y a donc variation dans la teneur en NaCl entre l'eau du milieu et celle du bord. De plus, les eaux prélevées au bord, contiennent moins de sel que les eaux prélevées au milieu de l'oued.

2° *Eaux des canaux alimentant les marais salants.* — Ces canaux ont été creusés par l'homme. Ils conduisent l'eau des marées hautes vers les salines. L'eau qui circule dans ces canaux est toujours riche en sels, car elle provient uniquement de la mer. L'eau douce du fleuve n'envahit pas ces canaux. On ne constate que de faibles variations dans la teneur en chlorure de leur eau. Après les périodes pluvieuses, l'eau des canaux peut être moins dense que l'eau de l'oued.

Exemple : en la station I, nous avons trouvé dans un canal d'adduction, baignant à marée haute, des *Salicornia sarmentosa*. Ce canal à marée haute, contenait 29,17 gr. de NaCl 0/00, alors que, dans l'eau du fleuve, prélevée au même moment et au même niveau que dans le canal, il y avait 32,93 gr. de NaCl 0/00.

3° *L'eau des petites mares intermittentes.* — Lorsque la marée monte, on remarque de nombreux suintements d'eau dans les petites dépressions, qui se remplissent d'eau. La concentration saline y est généralement élevée, sauf après des pluies abondantes. Il arrive que cette concentration soit supérieure à celle de l'eau du fleuve voisin, ce qui s'explique par le lavage continuel des terres salées par l'eau de haute mer, les longues sécheresses et l'absence d'eau douce.

Exemple : nous avons trouvé, en X, dans l'eau du fleuve 16,20 gr. de NaCl 0/00 et, dans l'eau d'une dépression située en arrière d'un petit peuplement de

Salicornia et *d'Obione* se remplissant par la marée montante, 30,12 gr. pour 0/00 de NaCl.

B. — Les terres

Observations générales. — Les terres ont été analysées pour en connaître principalement la richesse en chlore qui est l'élément essentiel de ces sols. Les résultats ont été exprimés en NaCl et se rapportent à 1000 grammes de terre *fraîche*, c'est-à-dire, telle qu'elle se trouve sur place. Il convient de remarquer que les résultats obtenus ainsi sont sujets à critique. Ils ne donnent pas une idée juste des faits. En effet, les plantes absorbant des solutions, on ne saurait se contenter de ces chiffres sans discernement ; il nous a paru plus rationnel de rapporter les quantités de sels révélées par l'analyse, non pas à 1000 gr. de terre, mais à la masse d'eau qui baigne le sol.

Exemple : soit une terre humide contenant 250 gr. d'eau pour 1.000 de terre. L'analyse révèle 20 gr. de NaCl. Il est clair que ce chlorure de sodium est dissous dans l'eau, qui est absorbée par les racines. Il y a donc dans 1.000 gr de terre fraîche, 20 gr. de NaCl dans 250 gr. d'eau et la concentration saline de la solution absorbée par les plantes est de 80 0/00.

Il serait encore préférable de doser les quantités de sel par unités volumétriques par litre de terre, par litre d'eau, mais l'application de cette méthode nous paraît difficile, étant donné la nature des échantillons à prélever.

Quoi qu'il en soit, pour apprécier les conditions d'existence des plantes halophiles, il est nécessaire

de rechercher la richesse en sels de l'eau absorbée par les plantes. Nous avons donc toujours indiqué ces chiffres à côté de ceux se rapportant à 1.000 gr. de terre.

Il est indispensable de faire tous les prélèvements de terre au cours d'une même marée, la plupart des associations étant touchées, au moins en profondeur, par les marées montantes, et nous avons appris que l'apport en sels de celle-ci est très variable. Malheureusement il n'est pas toujours possible d'opérer aussi rapidement qu'on voudrait.

1. — Les vases nues et les vases a Fucus vesiculosus et Cladophora sp.

Le Bou Regreg est bordé de part et d'autre par une ceinture de vases molles, noires, complètement recouvertes à marée haute et découvertes, sur une étendue plus ou moins grande, à marée basse. Cette ceinture est très large à l'embouchure et partout où les berges sont basses et peu inclinées.

Cette ceinture de vase est remarquable par l'absence presque totale de végétation. Il n'y a aucune Phanérogame qui puisse vivre ici et, parmi les Cryptogames, on ne remarque que quelques rares pieds de *Fucus vesiculosus* et une toile vert-claire de *Cladophora*.

Nous avons prélevé plusieurs échantillons de ces vases, à marée basse. Celles-ci sont noires, molles et

sentent fortement la marée. Les particules sont formées d'argile très ténue. Il n'y a presque pas de sable. Nous avons dosé :

En XIV, à marée basse ; en surface :

Sable	20,0	gr. 0/00
Argile	558,0	»
Humus	34,9	»

Au même endroit, à 20 centimètres de profondeur :

Sable	50,0	gr. 0/00
Argile	620,0	»
Humus	43,6	»

A la station XV, nous avons noté, en surface :

Sable	197,00	gr. 0/00
Argile	376,16	»
Humus	24,04	»

A cette même station, en profondeur, l'analyse a donné :

Sable	141,4	gr. 0/00
Argile	336,6	»
Humus	17,4	»

La composition chimique de 1.000 gr. de vase prélevée en I, à marée basse et *au voisinage de l'eau*, est la suivante :

Eau	440,40	gr. 0/00
Terre sèche	559,60	»
Chlorures	14,04	»
N	1,4	»
NH^3	1,7	»
Matières protéiques	8,75	»
Concentration saline	31,8	»

La composition chimique de 1.000 gr. de vase, à marée basse, prélevée, le même jour, en I et au *voisinage de Spartina stricta*, a été :

Eau	406,60	gr. 0/00
Terre sèche	593,40	»
Chlorures	14,04	»
N	2,8	»
NH^3	3,4	»
Matières protéiques	17,50	»
Concentration saline	34,4	»

Ces analyses donnent des renseignements sur la teneur moyenne en chlorures de ces vases. Les chlorures sont ici sujets aux mêmes variations quantitatives que dans l'eau, mais dans de moindres proportions ; la vase ayant une composition minérale plus stable.

La richesse en chlorures augmente avec l'éloignement du bord de l'eau, c'est-à-dire dans les parties les moins touchées par l'eau douce lors des crues de l'oued et le plus souvent sous l'influence exclusive de la haute mer. Les terres en bordure du fleuve, par

contre, sont alternativement imbibées d'eau salée et d'eau douce.

Les vases sont aussi plus salées que l'eau. Voici, à titre d'exemple, une comparaison de la concentration saline de ces vases et de l'eau prélevées simultanément en la même station, à marée basse.

Chlorures de l'eau : 12,28 gr. 0/00.

Chlorures de la vase :

1) *Au bord de l'eau :* 7,2 gr. 0/00 de terre contenant 440 gr. d'eau, ce qui correspond à une concentration saline de l'eau de 16.3 gr. 0/00.

2) *En bordure des peuplements à Spartina :* 14,04 gr. p 1.000 de terre, contenant 406 gr. d'eau, c'est-à-dire que la concentration saline de l'eau est de 34,5 grammes 0/00.

2. — Le sol de l'association a « spartina stricta »

L'association à *Spartina* est le groupement végétal qui s'avance le plus vers la mer et sur les bords du Bou Regreg. Elle forme de vastes prairies dans l'embouchure du fleuve. Vers l'amont, la surface qu'elle couvre diminue en raison de l'exhaussement des berges et de la consolidation des terrains qui l'accompagne. *Spartina stricta* disparaît dès que le sol cesse d'être vaseux et à l'abri des inondations quotidiennes. Nous verrons que ces conditions règlent, mieux que le sel, la distribution de cette espèce.

L'association à *Spartina* monte assez haut le long

de la rivière. En XV, elle forme encore une ceinture assez large.

Le sol à *Spartina* est noir, un peu clair en surface, très compact, très humide ; il sent fortement la marée, beaucoup plus que la vase du bord. Son grain est très fin.

Analyses

a) *Substances azotées :*

Station I :

N	1,4	gr. 0/00
NH^3	1,7	»
Matières protéiques	8.75	»

Station XII :

Humus :	en surface	22,1	gr. 0/00
	en profondeur (20 cm.)	45,7	»

Station XV :

Humus :	en surface	24,04	gr. 0/00
	en profondeur (20 cm.)	17,4	»

b) *Chlorures :*

L'association à *Spartina* est très souple vis-à-vis du sel. Elle supporte des concentrations très fortes et très faibles. C'est ainsi que nous avons rencontré cette graminée dans des vases renfermant 47.26 gr. de NaCl pour 1.000 gr. de terre, contenant 270 gr. d'eau 0/00, ce qui équivaut à une salinité de l'eau de 175 gr. 0/00. Ailleurs la graminée croissait dans un

sol qui ne renfermait que 3,94 gr. de NaCl 0/00 de terre, équivalant à 13,1 gr. de NaCl 0/00 d'eau.

Les quantités de chlorures du sol varient dans des proportions sensibles d'une marée à l'autre. Elles sont souvent plus élevées en profondeur qu'en surface ainsi que le montre les analyses suivantes :

Station I à marée haute, le 5 avril 1930 :

Chlorures : *en surface :* 24,8 gr. 0/00 d'eau du sol.
à 20 cm. de profondeur : 29 gr. 0/00 d'eau du sol.

Station I, à marée basse, le 24 mars :

Chlorures : *en surface :* 41,8 gr. 0/00 d'eau du sol.
à 20 cm. de profondeur : 44,4 gr. 0/00 d'eau du sol.

Ces valeurs ne sont donc pas donc fixes, et il arrive aussi qu'il y ait plus de sels en surface qu'en profondeur. Le 18 avril, les prélèvements faits en I, c'est-à-dire au même endroit que ceux des analyses ci-dessus et à marée basse, ont accusé :

En surface : 60,7 gr. de NaCl 0/00 d'eau du sol.

En profondeur : 36,8 gr. de NaCl 0/00 d'eau du sol.

Les chlorures diminuent avec l'éloignement du groupement de l'embouchure. Cette diminution progressive n'est observée que dans les peuplements croissants sur le bord même du cours d'eau. Certaines stations de *Spartina*, situées à l'écart de la rive, mais atteintes par la haute mer sans jamais être touchées par l'eau douce du fleuve, peuvent être plus

riches en chlorures, que des stations plus rapprochées de l'embouchure du fleuve et occupant le bord même de l'eau.

En I, nous avons dosé : 13,16 gr. de NaCl 0/00 de terre, ce qui correspond à 32,9 gr. de NaCl 0/00 d'eau du sol.

En XII, 1.000 gr. de terre ne contenaient plus que 7,95 gr. 0/00 de NaCl=27,9 gr. de NaCl 0/00 d'eau du sol.

En XV, 1.000 gr. de terre accusaient encore 5,15 gr. p. 1.000 de NaCl=13,2 gr. de NaCl 0/00 d'eau du sol.

La concentration saline du sol de l'association à *Spartina* est généralement plus élevée que celle de l'eau du fleuve. Des échantillons d'eau et de terre prélevés le 24 mars, sur la station I, à marée basse, ont contenu les doses suivantes :

Terre : 14.62 gr. de NaCl 0/00 de terre, contenant 279 gr. d'eau=52,2 gr. de NaCl 0/00 d'eau du sol.

Eau : 12,28 gr. de NaCl 0/00.

Ces faits sont explicables : à marée basse, le sol qui est découvert, retient des eaux dont la concentration saline est plus élevée que celle qui coule alors dans le lit du fleuve. Pendant que le sol est exondé, l'évaporation provoque, de plus, une montée des sels, qui s'accumulent dans la terre, sans être déplacés complètement par la suite, par la marée haute.

Les analyses que nous avons rapportées ici ont mis en évidence la grande plasticité des *Spartina stricta* au point de vue du sel. Cette graminée, bien que te-

nant toujours la place la plus rapprochée du fleuve, est moins exclusivement halophile que des groupements situés plus en arrière. On le verra plus loin. Il s'en suit que *Spartina stricta* est en premier lieu une plante vasicole et, secondairement seulement, halophile. La graminée étant susceptible de supporter toutes les concentrations salines, c'est le sol qui la répartit. Dès que celui-ci cesse d'être vaseux, *Spartina* disparaît. C'est ce que l'on observe tout le long du cours d'eau. L'absence ou la présence de *Spartina stricta* ne permettent donc pas de tirer des conclusions au sujet de la richesse du sol en sel.

Cette intermittence dans les peuplements de *Spartina*, suivant la nature du terrain, se remarque très bien quand on remonte les berges du fleuve.

Jusqu'en IV, la ceinture des *Spartina* est continue. En IV, le bord de l'oued se relève un peu et devient sablonneux, il n'y croît plus de *Spartina*, bien que la teneur en sel soit favorable, ainsi qu'il ressort des analyses suivantes :

Eau	312.00	gr. 0/00 de terre
Humus et argile	80,00	»
Sable	511,10	»
NaCl	37,79	d'eau du sol

A la station V, la berge redevient plate et son terrain est ainsi composé :

Eau	270,00 gr.	0/00 de terre
Humus et argile	512,00	»
Sable	154,00	»
NaCl	47,26	d'eau du sol

Sur ces sols, *Spartina* réapparaît. Elle disparaît de nouveau, un peu plus loin, en VI, où le terrain a une composition chimique à peu près identique à celui de la station IV, très sableux.

On observe ces faits régulièrement jusqu'à la station XV, où les *Spartina* disparaissent définitivement, en succombant à la concurrence de la végétation non halophile de plus en plus dense.

3. — Le sol de l'association a « salicornia » « sarmentosa » et « obione portulacoides »

L'association à *Salicornia-Obione* est encore un groupement exclusivement vasicole, comme celle des *Spartina*. Le sol devenant sableux, *Salicornia sarmentosa* disparaît, comme la Graminée, pour laisser la place à *Obione portulacoides*, qui arrive alors à constituer des peuplements purs. Bien entendu, lorsque la Salicorne manque, le groupement n'a plus rien à voir avec l'association *Salicornia-Obione*, car les peuplements purs d'*Obione* vivent sous des conditions écologiques très différentes de celles qui régissent l'association à *Salicornia-Obione*.

Ce groupement occupe, à l'embouchure du Bou Re-

greg, la zone immédiatement en arrière des *Spartina*. Il est très rarement littoral, à cause de la grande plasticité écologique des *Spartina* qui occupent toutes les stations sur lesquelles il pourrait venir.

Les caractères physiques du sol de l'association à *Salicornia-Obione* sont ceux de la terre des *Spartina*. Nous n'y insisterons pas. Ces terres sont souvent atteintes par la marée haute, qui, pour le moins, imbibe le sol au niveau des racines.

L'installation de l'association à *Salicornia-Obione*, nous paraît conditionnée par le raffermissement de la vase et une plus grande stabilité chimique du sol. Ce groupement supporte comme celui des *Spartina*, des concentrations salines élevées, mais il paraît être en infériorité vis-à-vis d'autres associations, dans des terrains faiblement salés. En somme, l'association à *Salicornia-Obione* est plus étroitement halophile que *Spartina stricta* et occupe des vases un peu plus fermes.

Le sol de cette association est comme celui des *Spartina*, riche en matières azotées. Nous avons dosé, en I, pour 1.000 gr. de terre humide :

N	2,8	gr. 0/00
NH^3	3,4	»
Matières protéiques	17,5	»

Les chlorures sont très abondants. Voici, à ce point de vue, les analyses les plus typiques que nous ayons faites :

Station I. — A marée haute :

		Surface	Profondeur (20 centimètres)
Pour 1.000 gr. de terre	Eau	340	362
	Terre sèche..	651	638
	NaCl	10,76	12,82
NaCl p. 1.000 gr d'eau du sol		30,85	35,41

Station XII. — A marée haute :

		Surface	Profondeur (20 centimètres)
Pour 1.000 gr. de terre	Eau	228	333
	Terre sèche..	772	667
	NaCl	4,68	7,02
NaCl p. 1.000 gr. d'eau du sol		20,52	21,08

Station XIV. — A marée haute :

		Surface	Profondeur (20 centimètres)
Pour 1.000 gr. de terre	Eau	279	337
	Terre sèche..	721	663
	NaCl	3,62	5,14
NaCl p. 1.000 gr. d'eau du sol		12,95	15,25

La richesse en sels n'est pas constante en une station donnée. C'est ainsi que l'analyse d'un échantillon de sol, prélevé en XIV, a donné :

		Surface	Profondeur (20 centimètres)
Pour 1.000 gr. de terre	Eau	117	201
	Terre sèche..	883	799
	NaCl	4,44	1,87
NaCl p. 1.000 gr. d'eau du sol		37,94	9,30

La comparaison de l'association à *Salicornia-Obione* à celle à *Spartina*, au point de vue écologique, met en relief un certain nombre de faits nouveaux.

Elle montre encore une fois que l'association à *Spartina* est plus vasicole qu'halophile. La salure du milieu habité par *Spartina* est moindre que celle du sol de l'association à *Salicornia-Obione*, bien que ce groupement soit plus éloigné des berges que les Graminées. Les résultats des analyses suivantes sont particulièrement suggestifs. Ils sont fournis par des prélèvements de terre, faits à la même heure et le même jour, à la station I. L'eau qui baignait les deux associations à marée haute, contenait les quantités suivantes de chlorures :

		Surface	Profondeur (20 centimètres)
Eau baignant les racines de	*Spartina*	24,8	29 gr. 0/00
	Salicornia-Obione	30,7	35,1 »

Résumé. — L'association à *Salicornia-Obione* est plus halophile et moins plastique que celle à *Spartina*. Elle supporte des concentrations salines aussi élevées que les *Spartina*, mais ne semble pas s'accommoder de concentrations aussi faibles, que cette Graminée ; nous ne l'avons jamais rencontrée dans des stations peu salées.

La Salicorne, en effet, est la plante qui habite les endroits les plus riches en sel, endroits où aucune autre plante n'a été rencontrée.

La composition chimique du sol d'une de ces stations était la suivante :

Eau	202	gr. 0/00
Sable	60	»
Humus et argile	712	»
NaCl	42,36	»
La concentration saline pour 1.000 gr. d'eau du sol est de	209,70	»

Notons encore que dans cette association à *Salicornia-Obione*, la Salicorne est la plus exigeante quant au sel ; l'*Obione* est extrêmement plastique et croît dans des terres qui ne renferment que de faibles quantités de NaCl. C'est ce que nous avons pu constater, par exemple en XV. Ainsi un endroit où poussait uniquement des *Salicornia* contenait :

	Surface	Profondeur (20 centimètres)
Eau	210	230
Sable	315	219
Argile	219	313
Humus	35	22
NaCl	11,4	10,21
Concentration saline de 1.000 gr. d'eau	54,28	44,39

Puis, en arrière de ce peuplement, venait un endroit où croissaient, en mélange, *Salicorne* et *Obione*.

Ce sol contenait :

	Surface	Profondeur (20 centimètres)
Eau	228	337
Sable	203	225
Argile	366	312
Humus	21	45
NaCl	4,68	7,02
Concentration saline pour 1.000 gr. d'eau	20,52	20,83

Enfin, encore plus éloigné du bord, dans un sol *sableux*, poussait un peuplement pur d'*Obione*. Ce sol avait la composition suivante :

	Surface	Profondeur (20 centimètres)
Eau	172	255
Sable	568	567
Argile	120	162
Humus	10	49
NaCl	2,41	4,44
Concentration saline pour 1.000 gr. d'eau du sol	14,01	17,41

Remarque. — Sur sables, l'association à *Salicornia-Obione* est remplacée plus ou moins complètement par l'*Obione*, formant souvent des peuplements purs. L'écologie de ces peuplements est bien différente. Le sol sableux, formé surtout de gros sable, retenant beaucoup moins l'eau que les sols vaso-argileux sont beaucoup moins salés. Ils ont moins de

chlorures que les terres à *Spartina* et sont par contre, à marée basse, en profondeur, plus riches qu'en surface. Ainsi en XIV, on a trouvé 2,8 gr. de NaCl p. 1.000 en surface et 4,5 gr. 0/00 à 20 centimètres de profondeur. Ce fait s'explique par la nature physique de ces sols.

Il est clair que les peuplements d'*Obione* sans Salicorne, vivant dans des conditions si différentes, ne peuvent pas faire partie de l'association à *Salicornia-Obione*, que nous étudions ici, mais représentent un groupement spécial. En somme, *Obione portulacoides* est toujours subordonné et ne pénètre dans l'association que tant que la salure le lui permet. C'est la quantité de chlorures qui règle son abondance.

4. — Le sol de l'association à « Limoniastrum monopetalum » et « Salicornia fruticosa ».

L'association à *Limoniastrum monopetalum* et *Salicornia fruticosa* est, de toutes, la moins développée dans l'embouchure du Bou Regreg. Elle se présente comme un groupement ayant des exigences chimiques assez étroites, ce qui limite son expansion. Ce groupement occupe dans l'embouchure, une zone située entre l'association à *Salicornia* et *Obione* et celle à *Suaeda fruticosa*, mais vers l'amont, on remarque que la place que ce groupement devrait occuper nor-

malement, est pris par *Obione portulacoides*, provenant des groupements plus halophiles et par *Salicornia fruticosa*, qui sont très plastiques vis-à-vis du sol, puis par *Suaeda fruticosa*, qui est le végétal caractéristique des terrains les plus pauvres en chlorures. L'extension des marais, ayant pour corollaire la multiplication des nuances dans la composition chimique des sols, favorise ainsi la vie à un plus grand nombre de groupements végétaux. Le rétrécissement de la bande des terrains salés, diminuant la gamme édaphique, détermine l'exclusion des groupements les plus exigeants au bénéfice des plus plastiques. L'association à *Limoniastrum* est l'un de ces groupements, qui se différencie à la faveur de la grande extension des terrains salés et disparaît dès que la place qui lui conviendrait dans la gamme édaphique devient trop petite.

L'association à *Limoniastrum* se différencie seulement dans les parties les plus basses de l'estuaire. Nous l'avons étudié en I et II.

La terre de l'association à *Limoniastrum* est gris-jaunâtre, assez sèche, beaucoup plus sèche que celle des associations précédentes. Elle est mêlée de débris végétaux et animaux ; elle n'a qu'une très faible odeur de marée, ou même elle est inodore.

Ce sol est riche en matières azotées. En I, dans un endroit où il y a *peu* de *Limoniastrum*, nous avons trouvé :

N	2,8	gr. 0/00
NH^3	3,4	»
Matières protéiques	17,5	»

Et dans cette même station I, dans un endroit où poussaient *beaucoup* de *Limoniastrum*, l'analyse a donné :

N	4,2	gr. 0/00
NH^3	5,1	»
Matières protéiques	26,25	»

Nous remarquons encore ici, la grande et rapide variabilité de la teneur de ce sol en chlorure de sodium. Le 24 mars, la terre prélevée, à marée basse, dans l'association, à 20 centimètres de profondeur, dans la station I, contenait 4,2 gr. de chlorures par 1.000 gr. de terre. Le 18 avril, un échantillon de terre prélevé au même endroit, contenait 8,02 gr. de chlorures par 1.000 gr. de terre. A marée haute les terres prélevées au même endroit de la station I, contenaient 8,19 gr. de chlorures 0/00 de terre, ce qui équivalait à 29,4 gr. 0/00 de chlorures, rapportés à 1.000 grammes d'eau (la terre contenant 278 gr. d'eau).

L'association à *Limoniastrum* supporte donc, comme les groupements précédents, des concentrations salines assez élevées, mais se montre, néanmoins, comme supportant mal les doses très élevées, qui se trouvent parfois dans le sol de l'association à *Salicornia-Obione*. La Plumbaginée ne s'avance pas dans des parties susceptibles d'être inondées, son ex-

tension sur les bords du fleuve, coïncide assez exactement avec celle des inondations par haute mer.

5. — Le sol de l'association a « Suaeda fruticosa »

L'association à *Suadea fruticosa* est le groupement le plus éloigné des berges de l'oued Bou Regreg. Elle recherche les terrains les moins salés. Beaucoup de végétaux étrangers habitant les terrains non salés avoisinants, envahissent ce groupement. Cette association n'est jamais touchée par la haute mer.

En XIII, les analyses ont donné, à marée haute :

	Surface	Profondeur (20 centimètres)
Eau	112	120
Terre sèche	888	880
Humus	92	80,8
Argile	304	234,6
Sable très fin	380	422
NaCl	0,29	0,29

Et à marée basse, sous le même pied de *Suaeda fruticosa*, la terre contenait : en surface : 0,40 gr. 0/00 de chlorures et 74 gr. d'eau 0/00, ce qui équivaut à une concentration saline de 5,4 gr. 0/00. En profondeur, à 20 centimètres, il y avait 0,11 gr. de NaCl 0/00 de terre, contenant 71 gr. 0/00 d'eau, ce qui équivaut à 1,5 gr. de NaCl pour 1.000 gr. d'eau.

Le sol de cette association est châtain foncé, humifère, assez léger, argilo-sableux, mais souvent avec

une forte proportion de sable (670,2 gr. 0/00 en XV ; 650,18 gr. 0/00 en XIX). Ce sable est fin ou très fin.

Il paraît occuper un sol de composition plus variable. L'analyse chimique a révélé à la station XV :

	Surface	Profondeur (20 centimètres)
Eau	101	105
Terre sèche	889	895
Sable	670	488,4
Humus	13,2	15,4
Argile	50,6	55,2
NaCl	0,17	0,76
Chlorures rapportés à 1.000 grammes d'eau du sol	5,4	7,2

Comme matières azotées nous avons trouvé en I :

	Surface	Profondeur (20 centimètres)
N	2,8	1,4
NH^3	3,4	1,7
Matières protéiques	17,5	8,75

Les analyses du sol de *Suaeda fruticosa* montrent généralement des doses faibles de chlorures variant entre 1,5 gr. 0/00 (exprimé en solution saline du sol) et 8 gr. 0/00. Normalement la surface est moins salée que la profondeur ; (en XV, nous avons noté une concentration saline de l'eau du sol de 1,7 gr. pour 0/00, en surface et de 7,2 gr. 0/00 en profondeur). La faible salure superficielle rend les cultures possibles dans cette association : blé, maïs, vigne, cultures maraî-

chères, ricin, etc... Une plantation de ricin était établie en XVII, en pleine association à *Suaeda fruticosa*, nous avons trouvé au cours de l'analyse :

	Surface	Profondeur (20 centimètres)
Eau	119	207
Terre sèche	888	793
Sable	592	549
Argile	60,6	50,6
Humus	18,4	33,6
NaCl	0,29	2,69
NaCl pour 1.000 gr. d'eau du sol	2,4	13

Cependant, cette règle est loin d'être absolue et nous avons remarqué, à plusieurs reprises, une richesse très élevée du sol superficiel, alors que le sol profond était beaucoup moins salé.

Ainsi à la station XIII, nous avons obtenu : 0,40 gr. de NaCl pour 1.000 de terre en surface, alors que nous n'avons eu que 0,11 gr. pour 1.000 de terre en profondeur. Ces analyses avaient été faites à marée basse. Nous avons dosé, un jour, en I, à marée basse : 11.23 gr. 0/00 de NaCl en surface et 4,91 gr. 0/00 en profondeur. On reconnaît ces localités, très salées superficiellement, à la présence de plantes halophiles, telles que *Statice ovalifolia*, *Suaeda maritima*, etc..., au milieu de *Suaeda fruticosa*. Ces stations spéciales correspondent aux endroits les plus dégradés de l'association par le pâturage.

Nous croyons pouvoir affirmer, que le pâturage abusif, dans les fourrés à *Suaeda fruticosa*, par le piétinement et le tassement du sol, l'éclaircissement du tapis végétal et son échauffement au soleil est la cause de l'enrichissement en surface, du sol en sel par capillarité.

L'association à *Suaeda fruticosa*, ainsi dégradée évolue vers un groupement halophile sec. dans lequel *Arthrocnemon glaucum*, *Statice ovalifolia*, *Frankenia laevis*, etc..., jouent un rôle important.

Ce n'est qu'ainsi que nous pouvons nous expliquer les quantités anormales de sel, qui se trouvent parfois dans le sol de l'association à *Suaeda fruticosa* (jusqu'à 51 gr. 0/00 de concentration saline de l'eau du sol = 11,23 gr. 0/00 de terre).

6. — Terres diverses

Nous avons prélevé quelques échantillons de terre, en des stations qui nous ont paru particulièrement riches en sels. La plus remarquable de ces terres provenait d'une dépression sèche, ne se comblant d'eau qu'aux fortes marées, dans laquelle se trouvait un grand nombre de germinations de *Suaeda maritima*.

Cette terre contenait 21,76 gr. de chlorures 0/00 de terre. Comme cette terre était assez sèche, on peut en déduire que *Suaeda maritima* se nourrit d'une eau saturée de chlorures. En admettant que cette terre contenait 100 gr. d'eau pour 1.000 de terre, ce qui

nous paraît être le maximum. la quantité de sel par 1.000 gr. d'eau du sol *serait* de 217,6 gr. Les germinations étaient en très bon état.

Ailleurs, loin du fleuve, au large de la station I, nous avons prélevé une terre gris-jaunâtre, sèche, dans laquelle prospérait un pied de *Statice ovalifolia*, à côté d'une dépression nue ou presque. Cette terre contenait 10,53 gr. de NaCl 0/00 de terre.

En résumé, *Suaeda maritima* et *Statice ovalifolia* sont des plantes qui supportent le mieux, à la fois, la sécheresse du sol et le sel à très haute dose.

C. — LES PLANTES

ANALYSES CHIMIQUES

Les résultats sont donnés pour 1.000 gr. de plante verte.

Nous avons analysé les principales plantes des marais du Bou Regreg. Ces analyses ont un double intérêt : pratique, à cause du rôle alimentaire que certains de ces végétaux, en particulier les Salicornes, peuvent jouer ; scientifique, pour mettre en lumière les rapports osmotiques entre ces végétaux et le milieu.

Les Salicornes constituent un légume excellent, mais peu connu, qui pourrait jouer un rôle intéressant dans l'alimentation, en particulier dans les régions littorales. L'emploi des Salicornes conservées dans du vinaigre et consommées comme condiment, est connu depuis longtemps, mais le légume cuit est très peu répandu. Préconisé, il y a plus d'un siècle (Viau, 1848), comme légume de consommation courante, la diffusion des Salicornes s'est heurtée et se heurte encore à tous les préjugés qui peuvent avoir cours en cette matière. Pendant la guerre et les années suivantes, M. E. Lemesle entreprit de vulgariser

ce légume. A la faveur de cette campagne, les Salicornes arrivèrent aux Halles de Paris, mais nous ne savons pas si l'effort entrepris a été couronné du succès qu'on pouvait légitimement espérer. Il semble que non.

Les Salicornes, macérées dans l'eau pour en enlever l'excès de sel, convenablement préparées, à la façon des haricots verts, sont d'un goût excellent. Elles sont d'ailleurs d'une composition chimique voisine de celle des haricots verts et ont une valeur nutritive sensiblement égale, ainsi que nous l'a fait connaître M. Lemesle (1).

ANALYSE DES PRINCIPALES PLANTES HALOPHILES DE L'EMBOUCHURE DU BOU REGREG

1) *Spartina stricta*

Feuilles prélevées en I : (2)

Eau	626,5	607,9	486,0
Plante sèche	373,5	392,1	514,0
Cendres	23,5	26,8	
NaCl	5,2	8,9	
Amidon		6,3	

(1) Pour plus de détails voir : Les Salicornes et leur emploi dans l'alimentation, par M. A. Chevalier, avec un appendice de M. Lemesle. *Revue de Botanique appliquée*, 1922.

(2) Dans l'exposé des analyses de plantes suivant, chaque colonne représente un échantillon de la plante.

Ces échantillons ont été prélevés sur un sol dans lequel nous avons dosé, à marée haute : 11,17 gr. de NaCl pour 1.000 gr. de terre. Comme ces 1.000 gr. de terre contenaient 385 gr. d'eau, les chlorures rapportés à 1.000 gr. indiquent une concentration de 29 gr. de NaCl.

2) *Salicornia sarmentosa*

	Station I				Station XII
Eau	827,6	861,6	831,6	834,0	825,0
Plante sèche ...	172,4	138,4	168,4	166	175
Cendres	34,4	41,8	34,4	47,7	41,1
NaCl	27,1	24,4	27,5	36,9	28,8
N				2,2	1,1
NH^3				2,7	1,3
Mat. protéiques				14,0	6,9
Cellulose			18,2	15,04	
Amidon			7,1		8,2
Matières grasses			3,9	3,2	3,6
Sucres			18,6	15,9	

En I. les racines de *Salicornia sarmentosa* habitent à marée haute, à 20 centimètres de profondeur, un sol contenant 12,87 gr. de NaCl par 1.000 gr. de terre contenant 362 gr. d'eau, ce qui équivaut à 35,55 gr. de sel par 1.000 gr. d'eau.

En XII, les racines des Salicornes poussent dans un sol qui contenait, à 20 centimètres de profondeur, et à marée haute 7,02 gr. de NaCl pour 1.000 gr. de

terre, ce qui correspond, la terre contenant 333 gr. p 1.000 d'eau, à 21 gr. de NaCl pour 1.000 gr. d'eau.

3) *Salicornia fruticosa*

Jeunes pousses de l'extrémité des rameaux.

	Station I	Station II
Eau	836,50	809
Plantes sèches	163,5	191
Cendres	30,7	31,18
NaCl	25,1	24,91
N	1,8	
NH^3	2,3	
Matières protéiques	12,1	
Cellulose	17,1	17
Sucres réducteurs	17	

La teneur du sol en Chlorure de Sodium de la station I, à 20 centimètres de profondeur, à marée haute est : 11,68 gr. 0/00 de terre, ce qui correspond à 38,3 gr. pour 1.000 d'eau du sol.

4) *Arthrocnemon macrostachium*

Les analyses ont été faites sur les jeunes pousses, débarrassées de la partie centrale ligneuse.

	Station I		Station XII
Eau	795,9	802,0	828,0
Plante sèche	204,1	198	172
Cendres	49,9	62,7	34,1
NaCl	23,07	42,8	22,9
N	2,4	5	
NH^3	3	5,1	
Mat. protéiques..	15,9	27,5	
Cellulose		27,3	21,5
Amidon		4,2	3,6
Sucres réducteurs..			19,0

L'échantillon de la station I croissait dans les mêmes conditions de salure du sol que la *Salicornia fruticosa* analysée plus haut.

Le sol de l'échantillon de la station XII contenait 4,44 de NaCl pour 1.000 gr. de terre, contenant 255 gr. d'eau, c'est-à-dire 17,4 gr. de NaCl pour 1.000 gr. d'eau.

5. — *Obione portulacoides*

Jeunes pousses.

	Station I				Station IV	Station V
Eau	844	827,6	836,9	844	858	841
Plante sèche	151,6	172,4	163,4	156	142	159
Cendres	33,5	40,2	34,8	45,8	17,8	13,6
NaCl	9,7	31,2	23,2	33,1	2,3	5
N				1,1		
NH^3				1,3		
Mat. protéiques ..				7		
Cellulose			11,2	10,5		14
Amidon			14		5,6	9,8
Matières grasses			6,6	4,4	23,5	8,7
Sucre interverti		28,0				36,0

Les analyses suivantes ont été faites de la terre nourrissant les racines de ces plantes, à 20 centimètres de profondeur et à marée haute.

Station I. — Il y avait 12,87 gr. de NaCl par 1.000 gr. de terre, contenant 362 gr. d'eau, ce qui correspond à 35,55 gr. de sel par 1.000 gr. d'eau du sol.

En la station XIV, il y avait 4,5 gr. de NaCl pour 1.000 gr. de terre, ce qui égale 15 gr. pour 1.000 gr. d'eau de la terre. Alors que, à marée basse, cette terre renfermait 1.87 gr. de NaCl pour 1.000 gr. de terre, ce qui égale 9,3 gr. pour 1.000 d'eau du sol.

Les échantillons d'*Obione*, recueillis en cette station XIV, peu salée, étaient d'un aspect très différent des échantillons d'*Obione* des autres stations riches en chlorures. Les feuilles étaient plus larges, plus tendres, ce qui arrive généralement aux plantes halophiles croissant dans des terres peu salées.

Dans la station XV, l'*Obione* vit dans des conditions de salure du sol très voisines de celles de la station XIV.

6) *Suaeda fruticosa*

Jeunes pousses de l'extrémité des branches ; extrémités broutées par les ovins.

	Station I					Station XI.I	Station XVIII
Eau	846	849,8	841,2	835	844	792	824
Plante sèche	154	150,2	158,8	165	156	208	178
Cendres	24,7	41,5	19,7	34,8	39,2	49,4	37,6
NaCl	10,02	10,9	5,4	3,1	16,6	15,2	7,2
N	1,8		3,9			2,5	4,4
NH^3	2,3		4,7			3	5,4
Mat. protéiques	12,1		24,5			15,7	28
Cellulose	6,4	7,5	8				14,2
Amidon		29,8	35,5		8,9		
Matières grasses..		4,2	4,8	3,9			
Sucre interverti ..		28,9		25,6		31	

En I, le sol contenait, à 20 centimètres de profondeur 4,91 gr. de NaCl pour 1.000 gr. de terre, contenant 223 gr. d'eau, ce qui correspond à 29 gr. pour 1.000 d'eau du sol.

En XIII, le sol contenait 0,29 gr. de NaCl pour 1.000 gr. de terre, contenant 120 gr. d'eau, ce qui égale 2,4 gr. pour 1.000 gr. d'eau du sol.

7) *Suaeda maritima*

Jeunes pousses.

	Station I			Station VII
Eau	871,6	874	880	871
Plante sèche	128,4	126	120	129
Cendres	39,7	45,7	36,7	40,8
NaCl	25,6	35,8	28,5	32,5
N	2,3	1,3		
NH^3	3,1	1,3		
Mat. protéiques..	12,6	7		
Cellulose		18,2		
Amidon	6,3			
Matières grasses ..	2,6	2,4		

Cette plante croît exclusivement dans les sols très riches en sel ; elle absorbe des quantités de chlorure de sodium relativement peu importantes.

Ainsi, elle vit en VII, dans un sol argileux contenant 44,92 gr. de NaCl pour 1.000 gr. de terre. Comme 1.000 gr. de cette terre contient 250 gr. d'eau, la concentration saline de l'eau du sol est de 179,68 gr. pour 1.000.

8) *Limoniastrum monopetalum*

Les analyses ont été faites avec de jeunes pousses et les échantillons de la station II ont été prélevés, en mars, au moment de la floraison.

	Station I					Station II
Eau	789	790,5	762,4	721	758,4	646
Plante sèche	211	219,5	237,6	279	241,6	334
Cendres	40,8	37,6	44,3	57,8		
NaCl	30,8	12,4	38,6	48,5		
N			4,1	1,6	3,6	
NH_3			5	2	4,4	
Mat. protéiques			25,8	10,5	22,7	
Cellulose				20,1	23,2	52
Tannin						42,9

Cette plante croît dans des stations riches en sels. Les échantillons analysés ci-dessus provenaient d'individus, dont le sol contenait à 20 centimètres de profondeur et à marée haute 11,58 gr. de NaCl pour 1.000 gr. de terre contenant 302 gr. d'eau, ce qui égale 38,3 gr. de NaCl pour 1.000 gr. d'eau du sol.

Il est intéressant de noter, au passage, la richesse en tannin des jeunes feuilles et des extrémités des rameaux.

9) *Statice ovalifolia*

Feuilles adultes.	Station I			
Eau	797,3	814,5	826,9	732
Plante sèche	202,7	185,5	173,1	268
Cendres	31	38,6	28,3	49,7
NaCl	8,5	6,5	3,4	18,2
N	4,6		4,6	4,2
NH^3	5,6		5,6	5
Mat. protéiques	28,3		28,3	26,2
Amidon			11,5	12,4
Cellulose			21	
Matières grasses		8,1		6,5

Ce *Statice* supporte les terres les plus riches en sel, car les plantes dont provenaient les feuilles analysées poussaient dans un sol, qui contenait au niveau des racines 11,23 gr. de sel pour 1.000 de terre, ce qui équivaut à 51 gr. pour 1.000 d'eau, la terre contenant 219 gr. d'eau 0/00.

Il est remarquable de voir combien *Statice*, qui vit dans des sols à forte concentration saline, absorbe peu de chlorure de sodium.

10) *Frankenia laevis*

	Station I	
Eau	625,2	648,8
Plante sèche	374,8	351,2
Cendres	45,3	41,2
NaCl	5,8	4,1
Amidon		22,4

Cette petite plante annuelle croît dans les mêmes sols que le *Statice ovalifolia*, auprès duquel elle a été récoltée. Elle s'accommode donc, elle aussi, des sols très salés et comme *Statice*, elle accumule peu de chlorure dans ses tissus.

RÉSUMÉ

L'analyse chimique de dix plantes, comptant parmi les plus caractéristiques et les plus abondantes des marais du Bou Regreg, montre que toutes ces plantes absorbent remarquablement peu de sel, en comparaison de la richesse du sol en chlorure de sodium. L'accumulation est rare ; ce n'est que chez *Limoniastrum* et *Arthrocnemon* que nous avons vu des quantités de chlorures supérieures à celle de l'eau. Le maximum constaté, chez le *Limoniastrum*, s'est élevé à 48,5 gr. pour 1.000 ; cet arbuste est d'ailleurs le moins goûté des animaux. Il est possible que les organes âgés contiennent davantage de chlorures, mais nous nous sommes limités à l'analyse chimique des extrémités, c'est-à-dire des parties qui sont consommées par le bétail et qui peuvent aussi servir de légume pour l'homme (*Salicornia*, *Arthrocnemon*).

La diminution du sel du sol, ne paraît pas toujours accompagnée d'une diminution du sel des tissus. Ce ne sont pas toujours les plantes qui vivent dans les milieux les plus salés qui renferment le plus de sel, ce fait a été constaté surtout chez les *Spartina* et chez le *Statice ovalifolia*.

Quelle est la valeur alimentaire de ces plantes ? Toutes les espèces que nous avons analysées ne peuvent pas entrer évidemment en ligne de compte ; tels les *Spartina*, les *Frankenia*, les *Statice*.

Comparons la teneur moyenne en principes nutritifs des pousses jeunes de quelques plantes halophiles entre elles et, comme l'a fait M. Lemesle (1), avec les haricots verts.

(1) LEMESLE, *Revue de Botannique appliquée et d'Agriculture coloniale*, 2e année, Bulletin n° 16, 31 décembre 1922, donne la composition de 1000 gr. de « Salicorne herbacée » *cuite* et de 1000 gr. de haricots verts *cuits* :

	Salicorne		Haricot vert
Eau		939 1	940
Cendres		13 6	9 5
dont NaCl	9 7		
Matières azotées		11 5	11 1
— grasses		1 9	1 3
— cellulosiques		6 7	5
— hydrocarbonées (par différence		30 22	33 1
dont matières saccharifiables	15 0		
		1000 0	1000 0

	ARTHROCNEMON MACROSTACHIUM		SALICORNIA SARMENTOSA		SALICORNIA FRUTICOSA		OBIONE PORTULACOIDES		SUAEDA FRUTICOSA	
Eau		808 6		835 9		836 5		841		833
Cendres		48 9		40		40 7		30 9		30 5
dont NaCl	29 5		29 2		25		15 2		10	
Matières azotées		22		10 4		12 1		7		20
— grasses		4 1		3 3		3 9		8 8		4 5
— cellulosiques		27		16		17		11 8		7 2
— hydrocarbonée (par différence)		89 4		93 9		89 8		100 5		104 8
dont matières saccharifiables	19		18 6		17		36		31 1	
		1000 0		1000 0		1000 0		1000 0		1000 0

Ces chiffres ne sont évidemment que des moyennes approximatives.

Mettons ces chiffres en face de ceux donnés pour les haricots verts et les épinards : (1)

Substance par 1000 gr. de légume cru	Haricot vert	Epinard
Eau	920	872
Matières azotées	19,9	40,8
» grasses	2,8	3,5
» sucrées	..	..
» amylacées ou extractives	41,7	55,8
» salines	8,2	19,4
Cellulose inerte	7,4	8,9

Suaeda fruticosa n'est pas consommé par l'homme, mais les ovins en sont très friands, ce que la composition chimique justifie.

(1) Guide de l'Expert-Chimiste en Denrées alimentaires, G. Pellerin, p 793 et 794.

D. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Arrivé au terme de cette étude, nous nous rendons compte que nous sommes loin d'avoir résolu le problème de l'écologie des plantes halophiles, vivant dans l'estuaire du Bou Regreg (Maroc) et que, comme toujours en matière scientifique, nos travaux posent beaucoup plus de problèmes qu'ils n'en résolvent. Nos modestes recherches ont, croyons-nous, néanmoins, le petit mérite de mettre en évidence la haute complexité des conditions de vie des plantes halophiles et de poser les jalons pour les travaux ultérieurs. On est assurément surpris de constater à chaque pas les difficultés nouvelles s'opposant à nos tentatives d'expliquer l'interdépendance de la végétation halophile et du milieu, c'est-à-dire de conditions écologiques certainement des plus simples et des plus homogènes qu'il nous soit donné d'analyser.

Si incomplète que soit la part que nous apportons, elle suffit pour montrer clairement la grande variabilité de la composition chimique quantitative du sol suivant les saisons, la durée des pluies et de la sécheresse estivale, l'importance du débit du fleuve et des marées, etc... Il est certain que chacun des groupements végétaux existant dans l'estuaire du Bou Re-

greg est néanmoins l'expression vivante des conditions moyennes du milieu, mais pour établir cette moyenne, il est nécessaire de suivre pendant longtemps et sans doute presque quotidiennement, au moins pendant une année climatique entière, les variations chimiques quantitatives d'un certain nombre de stations, aussi bien à marée haute qu'à marée basse. Tant que ces résultats ne sont pas obtenus, il nous paraît difficile de pouvoir apprécier exactement les rapports entre la végétation et le milieu. On comprend que ces études dépassent largement le cadre des recherches que nous avons voulu entreprendre. Si incomplets que soient nos résultats, ils nous paraissent néanmoins intéressants parce qu'ils posent correctement le problème de l'écologie des plantes halophiles et montrent la voie dans laquelle les recherches devront être conduites.

Nous avons porté notre principal effort sur l'étude des sols des principales associations végétales qui peuplent l'estuaire du Bou Regreg.

Ces sols sont en général plus salés que l'eau de haute mer, qui les baigne ; ce qui s'explique par la puissance de rétention qu'ont ces terres argileuses compactes et l'action de l'évaporation qui détermine l'enrichissement en chlorures. Ils sont tous très salés, à l'exception de celui qui nourrit l'association à *Suaeda fruticosa*. Mais ces quantités de chlorures sont, à l'intérieur d'une même association, très variables suivant la saison, pluvieuse ou sèche, la puissance de la marée, ou du débit du fleuve. Ces variations qui

peuvent se manifester d'un jour à l'autre, sont sans influence sur la végétation, qui supporte remarquablement bien ces brusques changements de concentration saline. Il importe cependant qu'un état de haute sécheresse ou de grande pauvreté en chlorures ne dure pas indéfiniment et que les variations de la teneur en chlorures ne dépassent pas certaines limites extrêmes qui restent encore à préciser et dont la constitution protoplasmique des plantes exprime la moyenne biologique.

Des modifications persistantes dans la teneur du sol en chlorure de sodium amènent naturellement des changements dans la végétation. Il est remarquable de constater que ces changements, dans l'estuaire du Bou Regreg, sont provoqués uniquement par l'homme et ses troupeaux. C'est d'abord l'établissement des canaux d'adduction des salines qui détermine des changements profonds dans la ceinture de végétation qui les borde. Celle-ci devient nettement plus halophile, le sol s'enrichissant en sel par la montée périodique de la marée dans ces canaux. Le pâturage abusif sur le territoire des associations non mondées à marée haute, en particulier sur celui de l'association à *Suaeda fruticosa*, a également une influence très nette sur la végétation. Le piétinement du sol favorise l'ascension capillaire des eaux de profondeur salées. Pendant la période de sécheresse, l'évaporation active détermine des dépôts de sels dans les couches superficielles, qui deviennent rapidement inhabitables pour les semis de *Suaeda fruticosa* et les végétaux

qui l'accompagnent. Ce sont donc des végétaux beaucoup plus halophiles qui s'installent dans l'association à *Suaeda fruticosa*, dégradés par le pâturage et bientôt *Suaeda fruticosa* est lui-même éliminé au bénéfice d'une végétation de valeur économique inférieure.

Nos recherches montrent aussi que le chlorure de sodium n'est pas toujours la raison de la distribution géographique des groupements végétaux qui peuplent l'embouchure du Bou Regreg. La nature physique du sol peut suffire à avoir, à elle seule, une influence décisive. C'est le cas, par exemple, pour *Spartina stricta*, dont la présence est uniquement réglée par la composition physique du sol ; cette Graminée est très plastique vis-à-vis des chlorures, mais elle est exclusivement vasicole et disparaît dès que, à richesse en chlorures égale, le sol cesse d'être vaseux. Par contre, l'abondance d'*Obione portulacoides*, dans l'association à *Salicornia sarmentosa*, paraît être réglée par les quantités de chlorures ; plus la concentration saline dans ce groupement est élevée, moins il y a d'individus d'*Obione* et inversement.

Nos observations montrent donc que, si dans ses grandes lignes, la végétation de l'embouchure du Bou Regreg reflète les conditions de salure du sol, cette observation n'est pas absolue. Ces faits cadrent avec ceux que Lundegardh signale dans un remarquable livre : *Klima und Boden*.

Si nous considérons les principales espèces végétales qui peuplent l'estuaire du Bou Regreg, nous remarquons que la composition chimique est générale-

ment beaucoup plus stable que celle du sol dans lequel elles croissent. Toutes les plantes absorbent du chlorure de sodium en quantité variable, suivant la richesse du substratum en sel. Pour une espèce donnée, l'absorption de chlorure est proportionnelle à la quantité de sel du sol, mais ne dépasse pas un maximum. La défense de la plante contre l'augmentation progressive de la salinité du sol n'est pas illimitée ; les trop hautes concentrations la tuent. Les aptitudes à la tolérance du sel sont très variables et en fonction, sans doute, des moyens de défense à sa disposition (pouvoir d'excrétion, réglage de la perméabilité...). Certaines espèces sont très remarquables par rapport à la richesse du sol en chlorures. C'est ainsi que nous avons dosé dans la terre des racines de *Suaeda maritima* : 21,76 gr. 0/00 de NaCl. Comme cette terre était sèche, on peut en déduire que cette plante se nourrit d'une solution presque saturée de sel. En admettant que cette terre contenait 100 gr. d'eau 0/00 de terre, la quantité de chlorures par 1.000 gr. d'eau du sol est de 217,6 gr. Le pied que nous avons prelevé était entouré d'une nuée de germinations, toutes en bon état. Or, les jeunes pousses de cette espèce ne contenaient que 25,6 gr. à 35,8 gr. de chlorure de sodium. Nous n'avons pas eu l'occasion de remarquer de concentrations salines plus élevées.

La comparaison des analyses des principales plantes halophiles peuplant l'embouchure du Bou Regreg, en particulier des Salicornes, avec des légumes de consommation courante, tels que les haricots verts et

les épinards, montre le parti qu'il est possible de tirer de ces végétaux pour l'alimentation, non seulement des animaux, mais de l'homme. En ayant soin de débarrasser les parties tendres des plantes, qui, seules, méritent d'être cueillies, du cylindre central ligneux et de la plus grande partie du sel, par un séjour dans l'eau douce, on obtient un légume excellent. *Salicornia fruticosa* et *Salicornia sarmentosa* sont particulièrement recommandables ; *Arthrocnemon* nous a paru d'une consommation moins agréable. Nous ne pouvons que confirmer ici les excellentes pages que MM. Lemesle et A. Chevalier ont consacré à ce sujet.

Strasbourg, le 2 Février 1931
Le Président du Jury
F. JADIN

Vu et approuvé :
Strasbourg, le 3 Février 1931
Le Doyen de la Faculté de Pharmacie
F. JADIN

Vu et permis d'Imprimer :
Strasbourg, le 4 Février 1931
Le Recteur de l'Académie,
Chr. PFISTER

BIBLIOGRAPHIE

Il existe une littérature abondante sur la végétation halophile littorale des divers pays, mais le plus souvent elle se borne à une simple description des groupements végétaux, sans l'appuyer sur une documentation chimique. Travaillant au Maroc, beaucoup de mémoires que j'eusse pu lire avec profit, m'ont été inaccessibles. Je regrette tout particulièremnt n'avoir pu consulter les travaux de Priestley, *Proc. Bristol. Nat. Soc.*, 3, 1911, dans lesquels des analyses sont consignées.

André (G.). — *Chimie Agricole*, Baillière, Paris, 1928.

Blank. — *Handb. d. Bodenlehre*, Berlin, 1930, t. III.

Bucollet (P. A.). — Le Sahel de Sousse, thèse, Paris, 1927.

Célérier (J.) et Charton (A.). — L'évolution du réseau hydrographique de la zone littorale du Maroc, *Rev. de Géogr. maroc.*, 1926.

Chevalier (A.). — Les Salicornes et leur emploi dans l'alimentation, *Rev. de Bot. appl.*, 1922.

Emberger (L.) et Régnier (P.). — Aperçu sur la végétation de l'embouchure du Bou Regreg, *Bull. Soc. Sc. nat. Maroc*, 1926.

Hilgard. — *Soils*, New-York, 1910.

KUHNHOLTZ-LORDAT (G.). — Les dunes du golfe du Lion, thèse, Paris, 1923.

LESAGE. — Travaux divers sur l'influence du sel sur les plantes.

LEMESLE. — Voyez Chevalier. (Les travaux de Lemesle sont cités par A. Chevalier).

LUNDEGARDH. — *Klima und Boden*, Jena, 1925.

PELLERIN (G.). — Guide de l'expert chimiste en denrées alimentaires.

TRAITÉS D'ANALYSES DIVERS.

Imprimerie du Sud-Ouest, 6, rue Ste-Ursule, Toulouse.